

KARAKTERISTIK GELATIN KULIT KAMBING YANG DIPRODUKSI MELALUI PROSES ASAM DAN BASA

Characteristics of Goat Skin Gelatin That Produced Through Acid and Alkali Process

Muhammad Irfan Said, Suharjono Triatmojo, Yuny Erwanto, Achmad Fudholi

Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10, Makassar 90245; ² Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna 3 Bulaksumur, Yogyakarta 55281; ³ Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Yogyakarta 55281
Email: irfanmks@yahoo.com

ABSTRAK

Kebutuhan gelatin di Indonesia semakin meningkat sejalan dengan perkembangan dan kemajuan industri, dilain pihak gelatin masih merupakan barang impor. Kulit kambing kaya akan senyawa protein khususnya kolagen yang memiliki potensi untuk diproses menjadi gelatin sebagai substitusi gelatin impor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik gelatin yang diproduksi dari kulit kambing. Produksi gelatin menggunakan 2 jenis bahan curing, yakni asam (CH_3COOH) dan basa ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2×3 dengan 3 kali ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah lama curing (2 dan 4 hari) dan konsentrasi bahan curing (3, 6 dan 9 %). Gelatin komersial digunakan sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelatin yang diproduksi menggunakan perlakuan asam dan basa memiliki karakteristik yang mirip dengan gelatin komersial. Gelatin yang diproduksi menggunakan bahan curing $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsentrasi 9 % dan lama curing 4 hari memperlihatkan karakteristik yang terbaik secara kuantitatif dan kualitatif.

Kata Kunci : *Gelatin, Kulit kambing, Curing Asam, Basa*

ABSTRACT

Needs of gelatin in Indonesia has increased along with the development of industries. On the other hand, the gelatin is still imported from other countries. Goat skin is rich in protein, especially collagen. This collagen can be processed into gelatin. The aim of this study was to determine the characteristic of gelatin made from goat skin. The production of gelatin was done by two types of curing material : acid (i.e. CH_3COOH) and alkali (i.e. $\text{Ca}(\text{OH})_2$). The experimental design applied in this study was CRD factorial 2×3 with 3 replications. While the treatment applied in the study were curing period (2 and 4 days) and concentration of material for curing (3, 6 and 9 percent). Commercial gelatin was used as control. The result showed that gelatin produced by either acid or alkali treatment had similar characteristic to the commercial gelatin. The best characteristic of gelatin, either quantitative and qualitative one, was produced from 4 days curing period with 9 percent of $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Keywords: *Gelatin, Goat Skin, Curing Acid, Alkali*

PENDAHULUAN

Kebutuhan gelatin di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat dengan pesat. Gelatin tersebut banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi (pembuatan kapsul), industri pangan dan non pangan, bidang fotografi serta teknik. Laporan terakhir menyebutkan bahwa, untuk memenuhi kebutuhan gelatin tersebut, pada tahun 2005 pemerintah

telah mengimpor gelatin sebanyak 596.933 kg dengan nilai transaksi US\$ 1.721.000. Pada tahun 2006 kebutuhan gelatin mengalami peningkatan pesat hingga mencapai 1.094.195 kg dengan nilai transaksi US\$ 2.787.405 dan tahun 2007 sebanyak, 2.115.741 kg dengan nilai transaksi US\$ 8.655.339 (Anonim, 2008). Gelatin ini diimpor dari negara China, Jepang, Jerman, Perancis, Australia, India maupun Selandia Baru. Dalam penggunaan secara keseluruhan, gelatin yang

beredar di dalam negeri hampir 90% adalah gelatin impor yang diketahui diproduksi dari bahan baku kulit babi maupun dari tulang dan kulit sapi. Penggunaan kedua bahan baku ini tentunya menimbulkan masalah bagi masyarakat di Indonesia yang mayoritas beragama Islam maupun sebagian masyarakat yang menganut agama Hindu. Penggunaan bahan baku dari ternak babi merupakan larangan bagi umat Islam, begitu pula dengan bahan baku dari ternak sapi juga menimbulkan masalah tersendiri bagi sebagian penganut agama Hindu. Merebaknya wabah penyakit BSE (*Bovine Spongiform Encephalopathy*) atau penyakit sapi gila (*mad cow*) maupun Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) di negara asal gelatin impor juga menjadi permasalahan yang patut diwaspadai. Berdasarkan beberapa hal tersebut pada tahun-tahun terakhir ini para ilmuwan banyak meneliti tentang sumber-sumber bahan baku gelatin alternatif yang sifatnya halal, higienis dan dapat diterima oleh berbagai penganut beragama. Sumber bahan baku gelatin yang saat ini telah banyak diteliti dan dilaporkan antara lain berasal dari tulang dan kulit ikan, tulang domba serta cakar ayam, sedangkan bahan baku yang berasal dari kulit kambing hingga kini masih sangat langka dan belum banyak dipublikasikan (Hidaka dan Liu, 2002; Grobben *et al.*, 2004; Hermanianto, 2004; Jongjareonrak, *et al.*, 2008; Heynke dan Roland, 2006; Anonim, 2007a; Anonim, 2007c; Wahyuni dan Peranginangin, 2008).

Potensi pengembangan industri gelatin di Indonesia sebenarnya cukup menjanjikan, namun demikian ternyata sampai saat ini di Indonesia belum terdapat suatu industri baik berskala kecil maupun skala menengah yang memproduksi gelatin secara komersial, sehingga kebutuhan akan gelatin di Indonesia tentunya masih sepenuhnya tergantung pada produk impor (Anonim, 2007a). Sebagai upaya mengurangi ketergantungan akan produk impor tersebut, maka pengembangan industri gelatin di Indonesia tentunya merupakan pangsa pasar yang sangat potensial. Mengantisipasi pengembangan industri gelatin di Indonesia ke depan dengan penganut agama Islam terbesar, sudah barang tentu diperlukan sumber bahan baku yang sifatnya halal, higienis, murah, potensinya besar, mudah diperoleh serta bersifat ramah lingkungan. Salah satu bahan baku alternatif yang diketahui cukup potensial adalah kulit kambing.

Ternak kambing merupakan salah satu jenis ternak yang memiliki populasi cukup besar di Indonesia. Populasi kambing di Indonesia saat ini telah mencapai 14.873.516 ekor yang tersebar di seluruh propinsi di Indonesia (Anonim, 2007b). Pengembangan industri untuk memproduksi gelatin dari kulit kambing sebagai bahan baku industri farmasi seperti bahan pengemas obat (kapsul) yang bersifat halal dan higienis dapat dilakukan di Indonesia, meskipun masih membutuhkan kajian-kajian pendahuluan, khususnya menyangkut

penerapan formulasi dalam proses produksinya. Penerapan formulasi yang tepat dalam proses produksi sangat menentukan kuantitas dan kualitas produk gelatin yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik gelatin dari kulit kambing yang diproduksi melalui proses asam dan basa.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Proses penyiapan bahan baku kulit dilaksanakan di Unit Proses Balai Besar Penelitian Kulit, Karet dan Plastik (BBPKKP, 2008) Yogyakarta, sedang proses produksi gelatin dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Ikutan dan Lingkungan serta Laboratorium Pangan Hasil Ternak, Fakultas Peternakan UGM. Uji kualitas produk gelatin dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pangan Hasil Pertanian (RPP) dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Pengolahan Hasil Pertanian (KBP) FTP UGM serta Laboratorium Sistem Produksi FTP UGM.

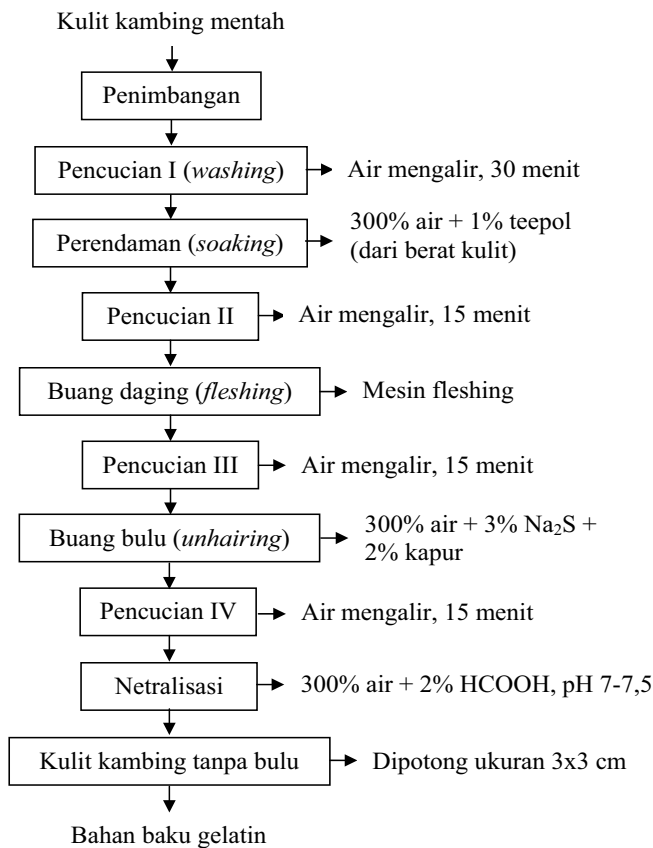
Bahan dan Alat

Materi utama penelitian menggunakan 30 lembar kulit kambing Bligon jantan dengan umur potong pada kisaran 1,5-2,5 tahun. Bahan curing menggunakan asam asetat (CH_3COOH 0,5 M) dan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 gr/L). Bahan-bahan pendukung proses penyiapan bahan baku antara lain : air bersih, kapur, NaOH, HCOOH dan Na_2CO_3 . Peralatan utama yang digunakan dalam proses penyiapan bahan baku antara lain drum berputar, timbangan kue, mesin buang daging dan bulu (*fleshing machine*) sedangkan proses produksi gelatin menggunakan: water bath (*Memmert Tipe WNB7-45*), oven digital (*Memmert*), timbangan analitik (*Sartorius TE 214S*), labu ukur, beker glass, erlenmeyer, corong gelas, gelas ukur, termometer dan ember. Peralatan-peralatan pendukung untuk proses uji kualitas antara lain: Universal Testing Machine (*Zwick/Z 0,5*), *Stromer Viscometer Coulette*, GT Stirrer 333-4000 rpm (*Glas-Col Terre Haute, USA*), Chroma Meter (*CR-400/410 Konica Minolta*) dan pH meter (*Hanna NI 8520*).

Pelaksanaan Penelitian

Proses penyiapan bahan baku

Bahan baku dipersiapkan melalui serangkaian proses dari kulit kambing mentah hingga diperoleh bahan baku gelatin siap proses seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses penyiapan bahan baku (BBPKKP, 2008)

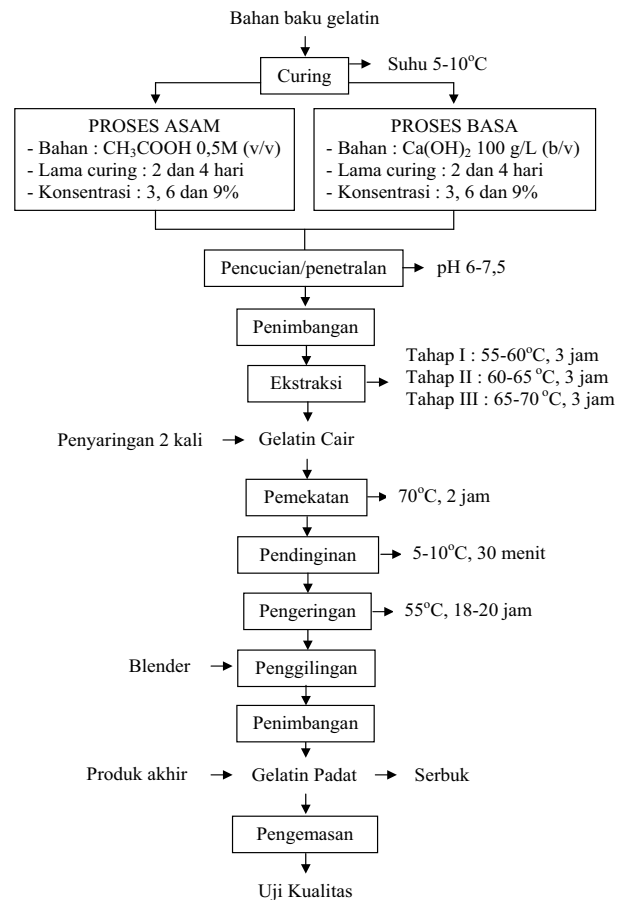
Proses penyiapan larutan curing

Larutan curing dibuat menjadi 2 jenis, yakni larutan curing asam dan basa. Larutan curing asam menggunakan bahan dasar asam asetat (CH_3COOH 0,5 M) (v/v) untuk proses asam sedangkan larutan curing basa menggunakan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 g/L) (b/v) untuk proses basa. Larutan curing konsentrasi 3%, 6% dan 9% dibuat dengan melarutkan CH_3COOH 0,5 M dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 100 g/L masing-masing sebanyak 3 ml, 6 ml dan 9 ml ke dalam labu ukur 100 ml yang berisi aquadest hingga batas volume 100 ml.

Proses produksi gelatin

Pada proses produksi gelatin diterapkan 2 jenis proses produksi, yakni proses asam dan proses basa (Gambar 2). Bahan baku kulit yang telah disiapkan dibagi menjadi 2 bagian, yakni kulit yang akan diproses asam dan kulit yang akan diproses basa. Sebanyak 400 gram bahan baku kulit dimasukkan masing-masing ke dalam beker glass yang berisi larutan curing asam dan basa sesuai konsentrasi yang telah ditentukan (3%, 6% dan 9%) hingga seluruh permukaan kulit terendam dengan sempurna untuk selanjutnya disimpan selama 2 dan 4 hari (sesuai perlakuan) pada refrigerator

suhu $\pm 5-10^\circ\text{C}$. Selama proses perendaman bahan baku kulit sesekali dilakukan pengadukan. Setelah proses perendaman selesai, selanjutnya bahan baku kulit dicuci beberapa kali hingga bersih dan kondisinya mendekati suasana netral ($\text{pH} \pm 6-7,5$). Bahan baku kulit selanjutnya ditiriskan dan ditimbang sebagai berat awal bahan baku untuk penentuan nilai rendemen. Bahan baku kulit yang telah diketahui beratnya kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah dengan aquadest hingga keseluruhan bahan baku kulit terendam dengan sempurna. Erlenmeyer yang berisi bahan baku kulit dan aquades diberi penutup aluminium foil kemudian dimasukkan ke dalam water bath untuk menjalani proses ekstraksi (*extraction*). Proses ekstraksi kulit secara keseluruhan berlangsung selama 9 jam, yang terbagi atas 3 tahap, yakni tahap I (3 jam pertama) ekstraksi dilakukan pada suhu $55-60^\circ\text{C}$, tahap II (3 jam kedua) suhu $60-65^\circ\text{C}$ dan tahap III (3 jam ketiga) suhu $65-70^\circ\text{C}$. Keseluruhan unit perlakuan akan menjalani proses ekstraksi pada kondisi yang sama. Pada setiap tahapan dilakukan 2 kali proses penyaringan (*filtration*), yakni penyaringan kasar dan halus untuk menghasilkan fraksi gelatin cair. Tahap I, II dan III masing-masing akan menghasilkan fraksi I, II dan III.



Gambar 2. Diagram alir proses produksi gelatin (Ockerman dan Hansen, 2000)

Ketiga fraksi (I,II, dan III) gelatin cair yang dihasilkan, kemudian dicampur menjadi satu hingga homogen di dalam beker glass untuk dipampatkan di dalam oven suhu 70°C selama 2 jam. Fraksi campuran gelatin cair kemudian didinginkan dalam refrigerator suhu $\pm 5-10^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Fraksi campuran gelatin cair selanjutnya dituang pada loyang aluminium yang sebelumnya diberi lapisan plastik bening untuk selanjutnya dikeringkan di dalam oven suhu 55°C selama 18-20 jam hingga fraksi gelatin cair membentuk lapisan film dengan konsistensi rapuh yang selanjutnya disebut gelatin padat. Lapisan gelatin padat digiling dengan blender hingga membentuk serbuk dan selanjutnya ditimbang untuk menentukan nilai rendemen (kuantitas). Serbuk gelatin selanjutnya dikemas dengan plastik klip untuk dilakukan uji kualitas.

Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan secara eksperimental berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2x3 dengan ulangan 3 kali masing-masing untuk setiap proses asam dan basa. Faktor I, 2 taraf lama curing (2 dan 4 hari) dan faktor II, 3 taraf konsentrasi bahan curing (3%, 6% dan 9%) (v/v), masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis secara sidik ragam dengan bantuan program statistik SPSS Versi 15,0. Perlakuan yang menunjukkan pengaruh yang nyata, selanjutnya dilakukan uji beda nyata dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% (Steel dan Torrie, 1991).

Cara Analisis

Rendemen (Giménez *et al.*, 2005b). Bahan baku kulit dalam keadaan bersih ditimbang untuk menentukan berat awal bahan baku (gram) (B). Setelah proses produksi gelatin yang sudah kering ditimbang untuk menentukan berat akhir produk (gram) (A). Rendemen selanjutnya dihitung dengan persamaan:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat akhir produk (gr) (A)}}{\text{Berat awal bahan baku (gr) (B)}} \times 100\%$$

Kekuatan gel (Muyonga *et al.*, 2004) (Modifikasi). Kekuatan gel diukur dengan alat Universal Testing Machine (Zwick/ Z 0,5) dilengkapi Teflon plunger silinder (diameter 13 mm). Larutan gelatin 6,67% w/v (6,67 gram sampai aquadest 100 ml) dipanaskan pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ hingga partikel gelatin larut secara sempurna. Larutan selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah yang berdiameter 5 cm dengan tinggi 6 cm kemudian disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 5°C selama 16-18 jam. Sampel gelatin dalam wadah diletakkan tepat pada bagian bawah plunger (d = 13 mm) untuk selanjutnya dilakukan proses pengujian. Pengujian dilakukan

pada suhu $\pm 10^{\circ}\text{C}$. Hasil pembacaan gaya maksimum yang diberikan plunger pada gel merupakan F.max sampel (dalam N/cm²). Kecepatan plunger menembasi dalam gel 10 mm/menit sedalam 4 mm. Perhitungan nilai kekuatan gel dilakukan dalam satuan gram *Bloom*. Nilai Fmax dengan satuan N/cm² dapat dikonversi ke satuan gram *Bloom* dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kekuatan gel (dyne/cm}^2\text{) (D)} = \frac{F}{G} \times 980$$

Kekuatan gel (gram *Bloom*) = $20 + 2.86.10^{-3} D$

Keterangan : F = tinggi grafik sebelum patah
G = konstanta (0,07)
D = kekuatan gel (dyne/cm²)

Viskositas (Arnesen dan Gildberg, 2002) (Modifikasi).

Viskositas sampel diukur dengan alat Stromer Viscometer Coulette. Larutan gelatin dibuat dengan konsentrasi 6,67% w/v (6,67 gram sampai aquadest 100 ml) dipanaskan pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ hingga partikel gelatin larut secara sempurna. Larutan gelatin dituang ke dalam mangkuk bagian dalam alat yang sebelumnya diberi dengan air pada bagian mangkuk bagian luar untuk mengontrol pergerakan suhu sampel. Pengukuran nilai viskositas gelatin dilakukan pada suhu kamar (28°C). Pencatatan waktu yang ditempuh spindle dalam 1 kali putaran dilakukan sebanyak 3 kali untuk selanjutnya dirata-ratakan. Hasil rata-rata (detik) kemudian dikonversi ke dalam persamaan:

$$\text{Viskositas (cP)} = \frac{A \times \text{waktu putar rata - rata sampel (detik)}}{B}$$

Dimana, A = Nilai viskositas minyak jarak pada suhu 28°C (5,21 cP)

B = Waktu putar rata-rata minyak jarak hasil kalibrasi (detik)

Nilai pH (Rahman *et al.*, 2008). Sebanyak 0,5 gram gelatin kering dilarutkan ke dalam 20 ml aquadest. Alat pH meter (*Hanna NI 8520*) yang dihubungkan dengan 2 jenis elektroda (bundar dan datar) disiapkan. Sebelum dilakukan pengukuran, maka pH meter harus terlebih dahulu dikalibrasi pada pH 4,00 dan 7,02. Setelah dikalibrasi selanjutnya elektrode dicelup ke dalam larutan dan hasilnya ditentukan.

Kadar Air (AOAC, 1995). Wadah cawan kosong dioven pada suhu 100-105°C selama 30 menit, didinginkan dalam desikator, ditimbang. Sampel $\pm 0,5$ gram dimasukkan ke dalam cawan, dioven pada suhu 100-105°C selama 24 jam sampai beratnya konstan. Cawan berisi sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit, ditimbang. Kadar air dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat awal sampel (gr)} - \text{Berat akhir sampel (gr)}}{\text{Berat awal sampel (gr)}} \times 100\%$$

Kadar Abu (AOAC, 1995). Contoh yang telah diupayakan airnya (sisa analisis kadar air) dipijarkan dalam tanur bersuhu 660°C, sebelumnya berat cawan dan contoh diketahui. Proses tanur dilakukan selama kurang lebih 3 jam sampai semua contoh berubah warna menjadi abu-abu. Contoh selanjutnya ditimbang dengan memperhitungkan berat cawan dan sampel awal. Nilai kadar abu dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{Berat abu (gr)}}{\text{Berat sampel (gr)}} \times 100\%$$

Penentuan Warna (Soekarto, 1990). Penentuan warna gelatin dilakukan berdasarkan nilai notasi “L”, “a” dan “b” menggunakan alat *chroma meter* jenis CR-400/410 Konica Minolta. Sebanyak ± 2 gram sampel diletakkan pada cawan alat. Alat kemudian dipasang pada cawan tersebut yang sebelumnya dikalibrasi. Hasil pembacaan nilai notasi tersebut selanjutnya akan terbaca pada alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen gelatin didefinisikan sebagai jumlah gelatin kering (*dry gelatin*) yang dihasilkan dari sejumlah bahan baku kulit dalam keadaan bersih melalui proses ekstraksi (Giménez *et al.*, 2005a).

Tabel 1. Rendemen (%) gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses	Lama Produksi Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	5,24±0,77 ^{bc}	5,43±1,25 ^{dc}	6,32±1,04 ^{jk}
	4	5,17±0,86 ^a	5,18±0,71 ^{ab}	5,39±0,79 ^{cd}
BASA	2	6,18±0,72 ^{ij}	5,53±0,46 ^{ef}	6,06±0,21 ^{hi}
	4	5,76±1,02 ^{fg}	6,01±0,64 ^{gh}	6,42±0,10 ^{kl}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (P<0,05)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perbedaan tipe proses produksi memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap rendemen yang dihasilkan, sedangkan perbedaan konsentrasi dan lama curing tidak memberikan pengaruh yang nyata (P>0,05). Perbedaan yang sangat nyata terlihat pada tipe proses basa yang mana secara rata-rata menghasilkan rendemen gelatin yang lebih tinggi dibanding proses asam. Fenomena ini disebabkan oleh

sifat dan kinerja bahan curing asam yang cenderung lebih “kuat” dalam memecah ikatan peptida pada molekul protein kolagen dibanding bahan curing basa, sehingga bahan curing asam memecah ikatan peptida secara berlebihan sehingga berdampak pada rendahnya nilai rendemen yang dihasilkan. Bahan curing basa memecah molekul ikatan peptida pada rantai yang tepat dengan kadar yang optimal sehingga rendemen yang dihasilkan cenderung meningkat sampai batas konsentrasi bahan curing 9%. Rendemen gelatin yang dihasilkan dalam proses produksi tergantung pada proses yang dilakukan terhadap protein kolagen (Montero *et al.*, 1999 dalam Kasankala *et al.*, 2007). Rendemen tertinggi diperoleh pada proses basa pada konsentrasi 9% dengan lama curing 4 hari.

Kekuatan Gel

Salah satu sifat fungsional yang dimiliki gelatin adalah kekuatan gel (Schrieber dan Gareis, 2007). Kekuatan gel merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kualitas fisik pada suatu produk gelatin. Sifat fisik tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan waktu curing (Kolodziejska *et al.*, 2003).

Tabel 2. Kekuatan gel (gram Bloom) gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses	Lama Produksi Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	60,80±2,15 ^{cd}	59,68±0,02 ^c	56,03±0,03 ^{ab}
	4	73,42±0,01 ^f	61,95±0,73 ^{de}	55,49±2,18 ^a
BASA	2	79,03±0,02 ^h	79,90±0,13 ^{hi}	81,07±0,02 ^{ij}
	4	79,03±2,76 ^b	75,77±0,02 ^{fg}	97,81±0,74 ^k

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (P<0,05)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan tipe proses, konsentrasi maupun lama curing memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap nilai kekuatan gel gelatin. Peningkatan konsentrasi bahan dan lama curing asam sangat nyata menurunkan kekuatan gel, sedangkan penggunaan bahan dan lama curing basa sangat nyata meningkatkan nilai kekuatan gel gelatin. Penurunan nilai kekuatan gel disebabkan oleh terjadinya proses pemutusan rantai polimer asam amino secara berlebihan dengan meningkatnya konsentrasi asam, sehingga ikatan antar molekul-molekul polimer penyusun kolagen yang terkonversi menjadi gelatin terpecah menjadi rantai monomer yang sangat pendek hingga akhirnya mengalami kerusakan dan menyebabkan proses pembentukan gel menjadi terbatas. Peningkatan nilai kekuatan gel dengan meningkatnya penerapan konsentrasi bahan curing basa terjadi karena bahan curing tersebut bekerja dalam memecah rantai polimer asam

amino pada batas yang tepat dan optimum, sehingga pada akhirnya memberi efek perbaikan dalam proses pembentukan gel. Rantai monomer asam amino yang satu dengan yang lain selanjutnya saling menggabung membentuk struktur tiga dimensi yang kontinyu dan mengikat air membentuk struktur gel yang kompak. Kekuatan gel sangat tergantung pada ikatan hidrogen antara molekul air dengan kelompok hidroksil bebas dari kelompok asam amino, ukuran rantai protein, konsentrasi serta distribusi berat molekul kolagen (Arnesen dan Gildberg, 2002; Bhat dan Karim, 2008).

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat bahwa nilai kekuatan gel gelatin yang diproduksi melalui proses basa lebih tinggi dibanding gelatin komersial (Tabel 11). Gelatin yang memiliki kekuatan gel yang tinggi umumnya lebih disukai karena penerapannya lebih mudah (Jaswir, 2007). Berdasarkan standar GMIA (Anonim, 2001), gelatin yang dihasilkan dari kedua jenis proses masih memenuhi standar yang dipersyaratkan yakni 50-300 gram *Bloom*, sedangkan Ockerman dan Hansen (2000) mempersyaratkan 75-300 gram *Bloom* (proses asam) dan 75-275 gram *Bloom* (proses basa). Kekuatan gel dipengaruhi oleh ikatan hidrogen antara molekul air dengan kelompok hidroksil bebas dari kelompok asam amino, ukuran rantai protein, konsentrasi serta distribusi berat molekul (Arnesen and Gildberg, 2002; Bhat dan Karim, 2008). Penggunaan konsentrasi bahan yang tinggi baik asam maupun basa dalam proses produksi gelatin dapat menyebabkan nilai kekuatan gel meningkat maupun menurun (Ockerman dan Hansen, 2000) sedangkan kualitas gelatin yang dihasilkan dari suatu proses produksi sangat tergantung pada proses ekstraksi yang dilakukan terhadap protein kolagen (Kasankala *et al.*, 2007). Kekuatan gel tertinggi diperoleh pada proses basa pada konsentrasi 9% dengan lama curing 4 hari.

Viskositas

Viskositas merupakan kemampuan menahan dari suatu cairan untuk mengalir. Proses alir dari suatu zat cair dipengaruhi oleh kekentalan atau viskositas yang terjadi akibat adanya adsorpsi dan pengembangan koloid (Schrieber dan Gareis, 2007).

Tabel 3. Viskositas (cP) gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses Produksi	Lama Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	1,95±0,20 ^{sh}	1,76±0,16 ^{ab}	1,71±0,09 ^a
	4	1,92±0,33 ^{ef}	1,86±0,25 ^{cd}	1,82±0,24 ^{bc}
BASA	2	2,00±0,19 ^{hi}	1,94±0,14 ^{fg}	1,89±0,04 ^{dc}
	4	2,01±0,13 ^{ji}	2,05±0,33 ^{ik}	2,23±0,54 ^{kl}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perbedaan tipe proses produksi gelatin memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) dalam meningkatkan nilai viskositas gelatin, sedangkan perbedaan konsentrasi dan lama curing tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$). Peningkatan nilai viskositas dipengaruhi oleh struktur molekul asam amino yang menyusun protein gelatin. Susunan asam amino yang semakin panjang akan meningkatkan nilai viskositas gelatin (Leiner, 2002). Peningkatan konsentrasi bahan curing dalam proses produksi gelatin dapat menurunkan nilai viskositas. Hal ini disebabkan karena bahan curing telah “memecah” ikatan peptida asam amino menjadi rantai molekul yang sangat pendek sehingga viskositasnya menurun. Dilain pihak peningkatan konsentrasi bahan curing dapat pula meningkatkan nilai viskositas apabila bahan curing mampu “memecah” ikatan peptida pada ikatan yang tepat dengan molekul yang lebih panjang.

Berdasarkan data pada Tabel 3 terlihat bahwa nilai viskositas gelatin yang diproduksi dari kedua jenis proses tidak jauh berbeda dengan nilai viskositas gelatin komersial (Tabel 11) maupun standar nilai viskositas yang dipersyaratkan untuk proses asam dan basa, yakni masing-masing secara berturut 1,5-7,5 cP dan 2,0-7,5 cP (Anonim, 2001) ; 2,0-7,5 cP dan 2,0-7,5 cP (Ockerman dan Hansen, 2000) ; 3,8-4,5 cP dan 4,0-7,0 cP (USP.Pharmagels dalam Ockerman dan Hansen, 2000). Nilai viskositas gelatin yang diproduksi relatif tidak jauh berbeda dengan nilai viskositas gelatin yang diperoleh peneliti terdahulu, yakni gelatin dari ikan Nila Tilapia (*Oreochromis niloticus*) sebesar 1,78 cP (Songchotikunpan *et al.*, 2007). Bila dibandingkan dengan gelatin dari bahan baku ikan, nilai viskositasnya relatif lebih tinggi dibanding bahan baku dari kulit kambing. Ikan memiliki umur yang relatif lebih pendek dibanding kambing sehingga memungkinkan ikatan-ikatan inter dan intramolekuler kolagen yang terkandung pada kulit maupun tulang ikan menjadi kurang stabil dalam membentuk konformasi tripleks heliks (Jaswir, 2007), yang menyebabkan viskositasnya menjadi lebih tinggi. Umur berhubungan dengan stabilitas kolagen. Pertambahan umur menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah ikatan silang pada kolagen dan menyebabkan kolagen menjadi lebih stabil (Muyonga *et al.*, 2003). Nilai Viskositas tertinggi diperoleh pada proses basa pada konsentrasi 9% dengan lama curing 4 hari.

Nilai pH

Salah satu sifat kimia gelatin yang penting adalah derajat keasaman (pH) karena berkaitan dengan sifat-sifat lain seperti kemampuan dalam berikatan dengan air, viskositas serta kapasitas emulsi.

Tabel 4. Nilai pH gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses Produksi	Lama Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	7,39±0,12 ^{de}	7,40±0,17 ^{ef}	7,65±0,24 ^{ij}
	4	7,44±0,23 ^{fg}	7,50±0,42 ^{gh}	6,72±0,19 ^a
BASA	2	7,32±0,07 ^{cd}	7,24±0,13 ^{bc}	7,23±0,09 ^b
	4	7,64±0,16 ^{hi}	7,32±0,13 ^{cd}	7,40±0,10 ^{ef}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perbedaan tipe proses, konsentrasi bahan maupun lama curing tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap perubahan pH gelatin namun ternyata faktor tipe proses, konsentrasi dan lama curing menunjukkan adanya interaksi yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan pH gelatin. Secara umum terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) antara gelatin yang diproduksi melalui asam dengan yang basa. Hal ini disebabkan karena bahan baku kulit yang telah dicuring dengan asam maupun basa sebelumnya mengalami proses penetralan dan pencucian sebelum diproses lebih lanjut sehingga molekul asam maupun basa yang masih terikat dengan protein kulit jumlahnya sangat sedikit. Hasil ini dianggap sangat baik karena produk yang dihasilkan tidak banyak mendapat pengaruh dari bahan curing asam dan basa yang digunakan selama proses produksi berlangsung. Kondisi nilai pH pada kisaran netral memberikan indikasi bahwa proses penetralan atau pencucian bahan baku sebelum memasuki proses ekstraksi berjalan secara sempurna sehingga kontaminasi bahan-bahan curing baik asam maupun basa yang dapat meningkatkan dan menurunkan nilai pH secara signifikan dapat diminimalkan.

Nilai pH gelatin baik yang diproduksi melalui proses asam maupun basa tidak jauh berbeda dengan nilai pH gelatin komersial (Tabel 11) maupun standar GMIA yakni 4,5-6,5 (Anonim, 2001); 3,8-6,0 (proses asam) dan 5,0-7,5 (proses basa) (Ockerman dan Hansen, 2000), sedangkan USP Pharmagels (Ockerman dan Hansen, 2000) mempersyaratkan 4,0-4,3 (proses asam) dan 5,5-7,3 (proses basa); pH 5,5 – 7,0 (Peranginangin *et al.*, 2005); 3,8-5,5 (Anonim, 2005^a). Nilai pH gelatin yang diproduksi juga tidak jauh berbeda dengan pH gelatin dari kulit ikan nila tilapia (*Oreochromis niloticus*) yakni 5,0 (Songchotikunpan *et al.*, 2007).

Kadar Air (%)

Kadar air dalam suatu produk berkaitan erat dengan daya simpan produk terutama dalam hal aktivitas metabolisme yang terjadi. Syarif dan Halid (1993) menyatakan bahwa peranan air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktifitas metabolisme seperti aktivitas

enzim, mikroba, kimiawi, reaksi enzimatik dan non-enzimatik sehingga dapat menimbulkan perubahan pada nilai gizi dan sifat organoleptiknya.

Tabel 5. Kadar air (%) gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses Produksi	Lama Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	6,16±1,40 ^{kl}	5,83±0,98 ^{hi}	5,78±0,82 ^{fg}
	4	5,92±2,36 ^{ij}	6,13±1,77 ^{jk}	5,80±1,66 ^{gh}
BASA	2	3,79±2,29 ^{ef}	3,56±2,21 ^{bc}	3,52±2,33 ^{ab}
	4	3,40±2,31 ^a	3,69±2,03 ^{de}	3,67±2,27 ^{cd}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 5 menunjukkan bahwa penerapan tipe proses produksi gelatin yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) dalam menurunkan nilai kadar air gelatin. Terlihat bahwa nilai kadar air mengalami penurunan secara sangat nyata pada proses basa dibanding proses asam. Hal ini dipengaruhi oleh kinerja bahan curing basa (Ca(OH)_2) dalam “memecah” struktur asam amino yang menyusun protein kulit. Dampak kinerja tersebut adalah struktur asam amino tersebut menjadi sangat lemah hingga akhirnya mengalami proses denaturasi. Proses denaturasi menyebabkan terjadinya perubahan molekul dan jumlah air yang terikat menjadi lebih lemah dan menurun (Soeparno, 2005), akibatnya molekul air mudah lepas sehingga pada saat dilakukan proses pengeringan, nilai kadar gelatin menjadi lebih rendah. Nilai kadar air gelatin yang diproduksi baik melalui proses asam dan basa masih lebih rendah dibanding gelatin komersial (Tabel 11) maupun SNI yakni maksimal 16% (Anonim, 2005b).

Kadar Abu (%)

Penentuan kadar abu merupakan salah satu cara untuk mengetahui kemurnian suatu bahan. Abu merupakan residu anorganik dari hasil pembakaran bahan-bahan organik (Sudarmadji, 1997).

Tabel 6. Kadar abu (%) gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses Produksi	Lama Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	1,34±0,94 ^a	1,77±0,77 ^{fg}	1,71±0,59 ^{ef}
	4	1,56±0,41 ^{ab}	1,66±1,14 ^{de}	1,60±0,41 ^{cd}
BASA	2	2,52±1,05 ^{ij}	1,58±0,89 ^{bc}	2,03±0,68 ^{gh}
	4	2,44±0,20 ^{hi}	2,57±0,53 ^{jk}	3,10±0,66 ^{kl}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 6 menunjukkan bahwa penerapan tipe proses produksi gelatin yang berbeda

memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) dalam meningkatkan nilai kadar abu gelatin. Penerapan tipe proses produksi basa meningkatkan nilai kadar abu gelatin secara sangat nyata dibanding proses asam. Nilai kadar abu gelatin yang lebih tinggi pada proses produksi basa disebabkan oleh adanya partikel bahan curing basa ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) berupa unsur kalsium yang terperangkap diantara serabut kolagen kulit saat proses curing berlangsung dan tidak tercuci dengan sempurna hingga akhirnya terikut ke dalam produk gelatin.

Nilai kadar abu gelatin yang diproduksi masih sesuai dengan standar yang dipersyaratkan oleh SNI yakni maksimum 3,25% (Anonim, 2005b) dan 2,0% (Anonim, 1995). Nilai yang diperoleh juga tidak berbeda jauh dengan hasil yang dilaporkan oleh beberapa peneliti terdahulu, yakni 1,19-6,18% dengan bahan baku kulit ikan segar dan ikan kering (Rahmawati, 2008); 2,9-4,3% dari ikan cucut (Astawan dan Aviana, 2003); 1,49% dari ikan cucut lanyam (Trilaksani dkk., 1997); 0,4 % dari ikan Tilapia Merah (*Oreochromis niloticus*) (Songchotikunpan *et al.*, 2007); 1,66%, 0,52% dan 2,26% masing-masing dari tulang sapi, gelatin standar (SIGMA) dan gelatin tulang keras ikan Patin (Sopian, 2002).

Karakteristik Organoleptik

Hasil identifikasi secara umum (warna, bentuk fisik, bau dan tekstur granula) terhadap produk gelatin yang dihasilkan menunjukkan bahwa, secara deskriptif produk gelatin yang dihasilkan baik melalui proses asam maupun basa tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 7. Karakteristik organoleptik gelatin yang diproduksi melalui proses asam dan basa

No.	Karakteristik Produk	Hasil Identifikasi	
		Proses Asam	Proses Basa
1.	Warna	Lebih gelap	Lebih Cerah
2.	Bentuk fisik	Lembaran - Serbuk	Lembaran - Serbuk
3.	Bau	Lemah seperti kaldu	Lemah seperti kaldu
4.	Tekstur Granula	Kasar dan tidak seragam	Halus dan lebih seragam

Berdasarkan data pada Tabel 7 tampak bahwa penampilan warna produk gelatin baik yang dihasilkan melalui proses asam terlihat lebih gelap dibanding proses basa. Perbedaan penampilan warna dapat disebabkan oleh pengaruh jenis bahan baku maupun proses produksi (Glicksman, 1969). Hasil identifikasi ini juga tidak jauh berbeda dengan standar mutu yang dipersyaratkan oleh SNI yakni tidak berwarna sampai kekuningan (Anonim, 2005b) dan kuning lemah atau coklat terang (Anonim, 1995).

Hasil identifikasi warna gelatin dengan chroma meter berdasarkan notasi warna "L", "a" dan "b" selengkapnya disajikan masing-masing pada Tabel 8, 9 dan 10. Menurut

Soekarto (1990), notasi "L" (*Light*) menyatakan tingkat kecerahan dengan rentang nilai 0 (Hitam)-100(Putih). Nilai ini dilukiskan sebagai cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik putih, abu-abu dan hitam. Notasi "a" menyatakan warna kromatik campuran Hijau-Merah, dengan nilai 0 ke (-60) untuk dominan warna Hijau dan nilai 0 ke (+60) untuk dominan warna Merah. Notasi "b" menyatakan warna kromatik campuran Biru-Kuning, dengan nilai 0 ke (-60) untuk dominan warna Biru dan nilai 0 ke (+60) untuk dominan warna Kuning.

Tabel 8. Notasi warna "L" gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses Produksi	Lama Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	33,36±1,79 ^a	34,40±2,63 ^{ab}	35,51±1,57 ^{cd}
	4	35,28±2,05 ^{bc}	42,17±1,99 ^{ik}	40,34±1,78 ^{fg}
BASA	2	41,27±1,95 ^{hi}	41,67±1,16 ^{ji}	39,18±0,59 ^e
	4	42,31±1,52 ^{kl}	40,84±1,02 ^{gh}	39,59±1,49 ^{ef}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 8 menunjukkan bahwa penerapan tipe proses produksi dan lama curing yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan nilai notasi warna "L" produk gelatin. Penerapan proses basa meningkatkan nilai notasi warna "L" secara sangat nyata dibanding proses asam. Visualisasi warna cerah pada produk gelatin yang menggunakan proses basa dipengaruhi oleh bahan curing yang digunakan. Molekul-molekul kristal kalsium berwarna putih dari bahan curing ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) terdepositasi di dalam jaringan kulit yang menyebabkan produk gelatin menjadi terlihat lebih cerah dibanding produk gelatin yang menggunakan proses asam maupun gelatin komersial (teknis) (Tabel 11).

Tabel 9. Notasi warna "a" warna gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses Produksi	Lama Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	3,52±0,14 ^{ab}	4,14±0,68 ^{hi}	4,47±0,66 ^{jk}
	4	3,50±0,66 ^a	4,25±0,13 ^{ij}	4,11±0,25 ^{gh}
BASA	2	4,05±0,18 ^{fg}	3,65±0,25 ^{cd}	3,82±0,45 ^{de}
	4	3,65±0,34 ^{cd}	3,60±0,36 ^{bc}	3,94±0,21 ^{ef}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 9 menunjukkan bahwa penerapan lama curing dan konsentrasi yang berbeda menunjukkan adanya interaksi yang nyata ($P < 0,05$) terhadap perubahan nilai notasi warna "a" produk gelatin. Penerapan proses basa menurunkan nilai notasi warna "a" secara sangat

nyata dibanding proses asam yang berarti bahwa visualisasi warna gelatin yang menggunakan proses asam didominasi oleh warna merah. Secara umum tampak bahwa penampilan warna produk gelatin yang diproduksi melalui proses asam maupun basa lebih didominasi warna merah dibanding gelatin komersial (murni) (Tabel 11).

Tabel 10. Notasi warna “b” gelatin kulit kambing pada beberapa kondisi proses

Tipe Proses Produksi	Lama Curing (hari)	Konsentrasi Bahan Curing (%)		
		3	6	9
ASAM	2	9,94±0,63 ^a	11,16±1,25 ^{cd}	11,09±0,61 ^{bc}
	4	10,07±1,17 ^{ab}	12,06±0,37 ^{gh}	12,25±0,39 ^{hi}
BASA	2	12,01±0,47 ^{fg}	12,06±0,15 ^{gh}	12,01±0,17 ^{fg}
	4	12,31±0,47 ^{ij}	11,79±0,76 ^{de}	11,89±0,72 ^{ef}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris/kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 10 menunjukkan bahwa penerapan tipe proses produksi yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan nilai notasi warna “b” produk gelatin. Penerapan proses basa meningkatkan nilai notasi warna “b” secara sangat nyata dibanding proses asam. Penilaian dengan notasi warna “b” terlihat bahwa penampilan warna produk gelatin yang diproses secara asam dan basa lebih dominan warna kuning dibanding biru dengan hasil tidak jauh berbeda dengan gelatin komersial (murni) (Tabel 11).

Tabel 11. Karakteristik fisikokimia beberapa jenis gelatin komersial (kontrol)

Karakteristik Fisikokimia	Produk Gelatin Komersial		
	Murni (Merck)	Standar Farmasi	Teknis
Kekuatan Gel (gram Bloom)	75,29	72,27	68,17
Viskositas (cP)	2,38	2,34	2,25
pH	6,27	5,93	5,44
Kadar Air (%)	10,40	10,92	13,90
Kadar Abu (%)	0,56	1,52	0,28
Warna (Notasi “L”)	43,75	53,96	31,41
Warna (Notasi “a”)	1,89	2,20	3,62
Warna (Notasi “b”)	13,18	11,84	12,43

Sumber: Hasil uji laboratorium

KESIMPULAN

1. Gelatin yang diproduksi dari kulit kambing melalui proses asam maupun basa memiliki karakteristik yang mirip dengan gelatin komersial.
2. Gelatin yang diproduksi dari kulit kambing menggunakan bahan curing Ca(OH)_2 dengan konsentrasi bahan curing 9% dan lama curing 4 hari memperlihatkan karakteristik yang terbaik secara kuantitatif dan kualitatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP₂M), Ditjen Dikti, Depdiknas RI atas dukungan pembiayaan melalui program Hibah Penelitian untuk Mahasiswa Program Doktor, pihak Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM), UGM serta Dekan Fakultas Peternakan UGM selaku Penanggungjawab Program Studi Ilmu Peternakan UGM, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2008). Gelatin sebagai Bahan Pembuat Kapsul. <http://www.pkinteraktif.com>. [3 November 2008]
- Anonim (2007a). Gelatin. <http://en.wikipedia.org/wiki/Gelatin>. [21 April 2007]
- Anonim (2007b). *Statistik Peternakan*. Direktorat Jenderal Peternakan. Departemen Pertanian RI, Jakarta
- Anonim (2007c). Gelatin Kapsul. Jurnal Halal. <http://www.halguid.info>. [3 November 2008]
- Anonim (2005a). About gelatin : Amino Acid Composition. Gelatin Manufacturers Association of Asia Pasific (GMAP). http://www.gmap-gelatin.com/about_gelatin_comp.html. [4 November 2008]
- Anonim (2005b). Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-3735 -1995. Dewan Standardisasi Nasional.
- Anonim (2001). Gelatin. Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA). http://www.gelatin_gmia.com/html/gelatine.html. [Diakses 4 November 2008]
- Anonim (1995). *Farmakope Indonesia (FI)*. Edisi IV. Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemist. Inc*, Washington DC.
- Arnesen, J.A dan Gildberg, A. (2002). Preparation and characterization of gelatine from the skin of harp seal (*Phoca groenlandica*). *Bioresource Technology*. **82** : 191-194.
- Astawan, M dan Aviana, T. (2003). Pengaruh jenis larutan serta metode pengeringan terhadap sifat fisik, kimia dan fungsional gelatin dari kulit ikan cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **14**: 7-13.
- BBPKKP. (2008). Petunjuk Teknis Penyamakan Kulit. Departemen Perindustrian, Yogyakarta.

- Bhat, R dan Karim, A.A. (2008). Ultraviolet irradiation improves gel strength of fish gelatin. *Food Chemistry*. **113** : 1160-1164.
- Giménez, B., Gómez-Guillén, M.C dan Montero, P. (2005a). The role of salt washing of fish skins in chemical and rheological properties of gelatin extracted. *Food Hydrocolloids*. **19** : 951-957.
- Giménez, B., Gómez-Guillén, M.C dan Montero, P. (2005b). Storage of dried fish skins on quality characteristics of extracted gelatin. *Food Hydrocolloids*. **19** : 958-963.
- Glicksman. (1969). *Gum Technology in The Food Industri*. Academic Press, New York.
- Grobber, A. H., Steele, P.J., Somerville, R.A dan Taylor, D.M. (2004). Inactivation of the bovine-spongiform-encephalopathy (BSE) agent by the acid and alkali processes used in the manufacture of bone gelatine. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. **39** : 329-338.
- Hermanianto, J. (2004). Gelatin. Keajaiban dan Resiko Kehalalannya. PIP PKS-ANZ. www.pks-anz.org [19 Oktober 2008]
- Heynke dan Roland (2006). *Gelatin Production and Prion Theory*. General Information about Gelatin and Mad Cow Disease including references to various studies. [21 April 2007]
- Hidaka, S dan Liu, S.Y. (2002). Effect of gelatins on calcium phosphate precipitation: a possible application for distinguishing bovine bone gelatin from porcine skin gelatin. *J.Food Composition and Analysis*. **16**:477-483.
- Jaswir, I. (2007). Memahami Gelatin. Artikel Iptek. www.beritaiptek.com [Diakses 2 November 2008].
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W dan Tanaka, M. (2008). Antioxidative activity and properties of fish skin gelatin films incorporated with BHT and α -tocopherol. *Food Hydrocolloids*. **22**: 449-458.
- Kasankala, L.M., Xue, Y., Weilong, Y., Hong, S.D dan Q, He. (2007). Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology. *Bioresource Tech*. **98**:3338-3343.
- Kolodziejska, I., Kaczorowski, K., Piotrowska, B dan Sadowska, M. (2003). Modification of the properties of gelatin from skins of Baltic cod (*Gadus morhua*) with transglutaminase. *Food Chemistry*. **86** : 203-209.
- Leiner, P.B. (2002). *The Physical and Chemical Properties of Gelatin*. <http://www.pbgelatin.com> [26 Juni 2005]
- Muyonga, J.H., Cole, C.G.B dan Duodu, K.G. (2004). Extraction and physico-chemical characterization of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *Food Hydrocolloids*. **18** : 581-592
- Muyonga, J.H., Cole, C.G.B dan Duodu, K.G. (2003). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic study of acid soluble collagen and gelatin from skins and bones of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry*. **86** : 325-332.
- Ockerman, H.W dan Hansen, C.L. (2000). *Animal By Product Processing and Utilization*. CRC Press, USA.
- Peranginangin, R., Mulyasari, A, Sari, A dan Tazwir. (2005). Karakterisasi mutu gelatin yang diproduksi dari tulang ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) secara ekstraksi asam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. **11**:15-23.
- Rahman, M.S., Al-Saidi, G.S dan Guizani, N. (2008). Thermal characterisation of gelatin extracted from yellowfin tuna skin and commercial mammalian gelatin. *Food Chem*. **108** : 472-481.
- Rahmawati, H. (2008). Karakterisasi Gelatin Hasil Ekstraksi Kulit Segar dan Kering dari Beberapa Jenis Ikan Air Laut dan Tawar. *Tesis*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Sekolah Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Schrieber, R dan Gareis, H. (2007). *Gelatine Handbook*, Wiley-VCH GmbH & Co, Weinheim
- Soekarto S. (1990). *Dasar-Dasar Mutu dan Standarisasi Mutu Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Soeparno. (2005). *Ilmu dan Teknologi Daging*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Songchotikunpan, P., Tattiyakul, J dan Supaphol, P. (2007). Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. *Internl. J. of Biological Macromolecules*. **42**: 247-255.
- Sopian, I. (2002). Analisis Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Gelatin yang Diekstrak dari Kulit dan Tulang Pari. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Steel, R.G.D dan Torrie, J.H. (1991). *Principle and Procedure of Statistics*. 2nd.ed. International Book Company, Tokyo.
- Sudarmadji, S., Haryono, B dan Suhardi. (1997). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi 4. Liberty, Yogyakarta.
- Syarief, R dan Halid, H. (1993). *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Arcan, Jakarta.

Trilaksani, W., Nurjanah dan Juliharman. (1997). Pengaruh Suhu dan Waktu Perebusan Kulit Ikan Cucut Lanyam (*Carcharhinus limbatus*) pada Pembuatan Gelatin terhadap Karakteristik Gelatin. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. Vol IV.No.2, THP 27-35.

Wahyuni, M dan Peranginangin, R. (2008). Perbaikan Daya Saing Industri Pengolahan Perikanan melalui Pemanfaatan Limbah Non Ekonomis Ikan menjadi Gelatin. *Artikel*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.